



山东沂南东汶河地区侵入岩地球物理特征及金刚石找矿前景浅析

平艳丽¹, 刘杰², 胡笑伟³, 张勇^{1*}, 刘成帅¹, 杜现福¹, 王晶晶⁴

(1. 山东省第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006; 2. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质科学研究院, 山东 济南 250013; 4. 山东省地质调查院, 山东 济南 250014)

摘要:以往在山东沂南东汶河地区发现钾镁煌斑岩赋存,并获取金刚石颗粒及金刚石指示矿物,但该区第四系覆盖较广,地表地质调查很难查明煌斑岩的分布及赋存特征;本文针对沂南东汶河地区,利用岩矿石之间的物性差异,结合重、磁场特征优选靶区,通过综合地球物理勘探圈定物探异常,选取部分异常开展验证,基本了解了该区煌斑岩的分布及深部特征;根据区域地质、地球物理特征结合验证成果,分析了沂南东汶河地区金刚石找矿前景,对指导该区金刚石找矿具有重要意义。

关键词:地球物理特征;钾镁煌斑岩;金刚石;沂南东汶河

中图分类号:P588.12,P595

文献标识码:A

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2024.05.002

引文格式:平艳丽,刘杰,胡笑伟,等.山东沂南东汶河地区侵入岩地球物理特征及金刚石找矿前景浅析[J].山东国土资源,2024,40(5):10-16.PING Yanli, LIU Jie, HU Xiaowei, et al. Brief Analysis on Geophysical Characteristics and Prospecting Prospect of Diamond in Dongwenhe Area in Yinan County[J]. Shandong Land and Resources, 2024,40(5):10-16.

0 引言

煌斑岩作为重要的可能含金刚石的岩体,研究煌斑岩的赋存特征,对金刚石找矿有一定的指示意义^[1-5]。在第四系覆盖地区,开展地球物理探测,研究煌斑岩的地球物理异常特征,分析推断煌斑岩地质体的深部形态及展布特征,可以快速圈定金刚石找矿靶区^[6-9]。自1960年开始,针对金刚石找矿,在山东省沂南县马牧池、金场、金佛院等地区开展了大比例尺的磁法、电法勘探工作,取得了一定的效果。

沂南东汶河地区位于在郯庐断裂以西,山东省沂南县界湖到马牧池一带。2018年,山东省第七地质矿产勘查院在沂南东汶河地区开展地质调查工作,发现了钾镁煌斑岩,取人工重砂样,获取金刚石指示矿物镁铝榴石2粒,铬铁矿10粒,透辉石4粒^[10]。由于沂南东汶河地区岩石经历了一定的蚀

变作用,加之第四系覆盖较广,钾镁煌斑岩在地表出露情况不明,传统地表地质找矿手段受到限制,且未开展系统的综合地球物理探测,勘查效果不明显。为了解东汶河地区钾镁煌斑岩分布及深部赋存情况,本文采用综合物探方法圈定地球物理异常,了解了煌斑岩体展布以及赋存特征,对部分异常进行了验证,并对东汶河地区金刚石找矿前景进行了分析,取得了较好的效果。

1 区域地质

东汶河位于华北板块东南缘的鲁西隆起区中东部,属新甫山-莱芜断隆、马牧池-沂源断隆2个四级构造单元之孟良崮凸起、马牧池凸起构造单元,位于郯庐断裂带西侧,与蒙阴原生金刚石矿区同属一个构造单元^[11-13]。

东汶河地区地层分布广泛,主要有新太古代、

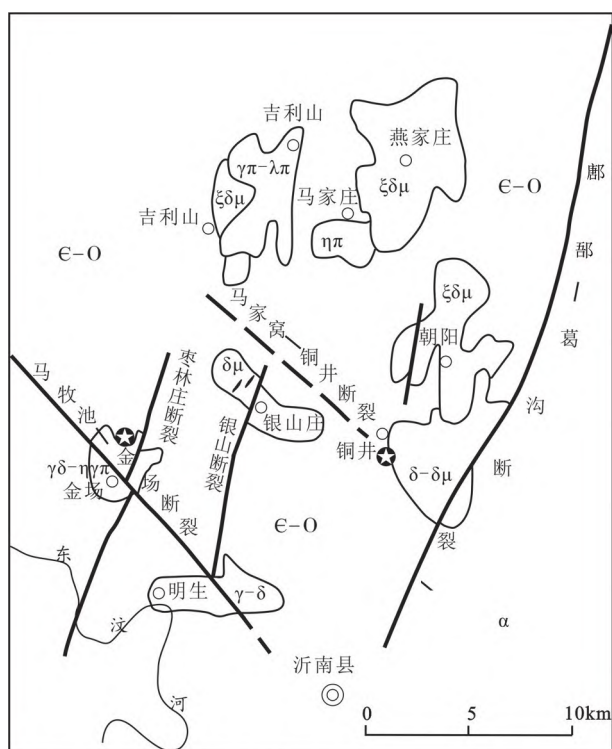
收稿日期:2020-08-25;修订日期:2024-01-03;编辑:王敏





基金项目:2018年度山东省级地质勘查项目,任务书编号:鲁勘字[2018]31号

作者简介:平艳丽(1981—),女,山东临沂人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:pyl212@163.com

* 通讯作者:张勇(1983—),男,山东平邑人,高级工程师,主要从事地质矿产勘查及地球物理勘探工作;E-mail:11374534@qq.com

• 10 •



$\langle \epsilon - 0$ 1 $\gamma\pi - \lambda\pi$ 2 $\delta\mu$ 3 $\eta\pi$ 4 γ 5 $\delta - \delta\mu$ 6 $\gamma - \delta$ 7
 $\gamma\delta - \eta\gamma\pi$ 8 $\xi\delta\mu$ 9 α 10  11  12  13  14

1—寒武—奥陶系;2—花岗岩—流纹斑岩;3—闪长玢岩;4—二长斑岩;5—花岗岩;6—闪长岩—闪长玢岩;7—花岗岩—闪长岩;8—花岗闪长岩—二长花岗岩;9—正长闪长玢岩;10—安山岩;11—煌斑岩脉;12—断裂及推测断裂;13—地质界线;14—铜井、金场金矿。

图 1 沂南东汶河地区地质简图(据平艳丽等^[7],有修改)

新元古代、古生代、中生代和新生代地层,其中以寒武-奥陶纪地层和第四系分布最广(图 1)。区内断裂构造发育,以 NNE—NE 向及 NW 向为主,两组方向的主干断裂控制了区内地层、岩浆岩的产出,表现为一定的控岩控矿性。该区新太古代至古元古代侵入岩分布面积大,普遍发生韧性变形和角闪岩相—绿片岩相变质,构成该区结晶基底;中生代侵入岩闪长玢岩、二长花岗岩等局限分布于古生代地层区,呈不规则等轴状侵入体或条带状群脉产出。煌斑岩岩脉多沿裂隙侵入燕山晚期闪长玢岩、二长花岗斑岩中^[10]。

2 地球物理特征

2.1 岩(矿)石物性特征

通过收集区域资料以及对东汶河地区的主要岩

性开展物性测量^[5],发现金伯利岩、煌斑岩磁性较强(表1),与其他岩性具有较明显的磁性差异,可以通过磁异常推断煌斑岩等强磁性地质体的分布。

调查区内主要围岩为灰岩,为高阻特征,砂岩、砂页岩为低阻特征,煌斑岩和金伯利岩为中低阻,与灰岩等具有明显的电性差异(表2)。区内闪长玢岩等岩性电阻率与其接近,可结合地质及磁性差异辨别。

表 1 主要岩(矿)石磁性参数表

岩石名称	磁化率 变化范围/ ($\times 10^{-6} 4\pi SI$)	磁化率 平均值/ ($\times 10^{-6} 4\pi SI$)	剩余磁化强 度变化范围/ ($\times 10^{-3} A/m$)	剩余磁化强 度平均值/ ($\times 10^{-3} A/m$)
金伯利岩	500~5950	3500	250~5870	2000
拉辉煌斑岩	155~6980	1600	0~1480	532
闪长玢岩	500~1500	1000	66~1000	412
石灰岩、 白云岩	2~7	4	1~2	1
页岩	16~43	21	3~10	5

表 2 主要岩(矿)石电阻率参数表 单位: $\Omega \cdot m$

岩石名称	变化范围	平均值
煌斑岩	140~280	204
金伯利岩	100~500	180
砂页岩	20~30	24
灰岩	$n \times 10^3$	$700 \sim n \times 10^3$
砂岩	46~80	64
石英砂岩	4000~17000	5000~12000
闪长玢岩	93~250	120~190

注： n 代表自然数 $1 \sim 9$ 。

金伯利岩、煌斑岩作为重要的可能携带金刚石的地质体,与灰岩等围岩相比,具有相对高磁性和低电阻率特征,具备通过磁法和电法测量圈定金伯利岩、煌斑岩从而寻找金刚石的地球物理前提^[14-16]。

2.2 重力异常特征

调查区整体表现为东南部重力异常高,西北部重力异常低,中间为一条近 NE 向的“S”形重力梯级带,重力高值与重力低值相差约 $18 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。西北部的重力异常低呈 NW 向带状,反映了局部 NW 向中生代低密度岩体的分布(图 2)。

调查区处在鲁中山区重力低向鲁东重力高的过渡梯级带附近,NW 向及 NE 向展布的异常与马牧池凸起区构造线方向基本一致,梯级带反映了酸性岩体的东南边部的凹凸不平的形态,也说明调查区构造、岩体发育,为成矿有利区。

2.3 航磁异常特征

调查区位于沂沭断裂带西侧升高杂乱磁场区,

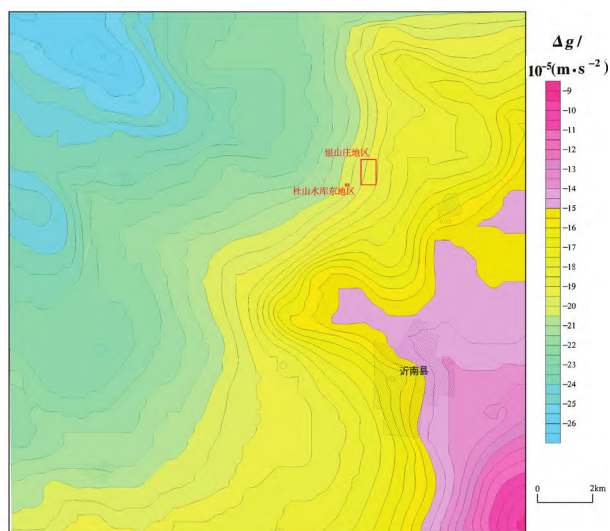


图 2 调查区重力异常平面图

与鲁中变化平稳的正负磁场区的接合部位。西南部为平缓的磁场区,东北部为变化的正磁场带,其中局部分布强磁异常区,异常形态杂乱不规则(图 3),正磁异常带反映中生代岩浆活动的地带,推断深部可能是中生代二长岩的活动通道,带内断续出露二长岩岩体,其中沂南县城—铜井一带为其东南端部位,在低缓磁场背景出现局部杂乱的强磁异常,反映了铜井等岩体的位置及较强磁性闪长岩、闪长玢岩发育。

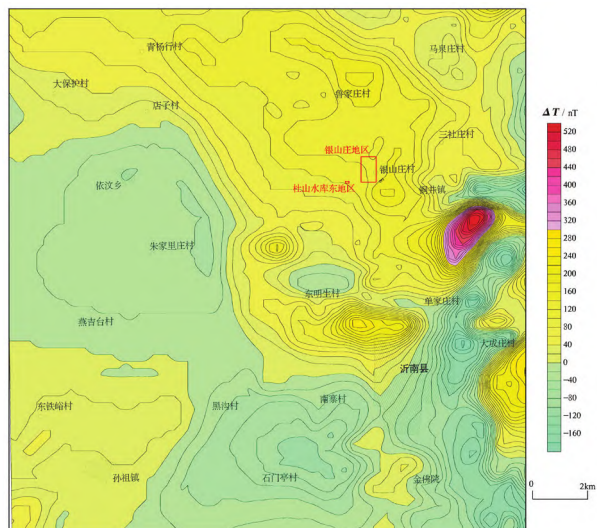


图 3 调查区航磁异常平面图

蒙阴 3 个金伯利岩带地处鲁中负磁场区,沂沭断裂带西侧升高磁异常背景区,且线性磁异常发育。调查区 NW 向、NE 向磁异常发育,具有较好的成矿

条件。

3 重点研究区异常特征及验证情况

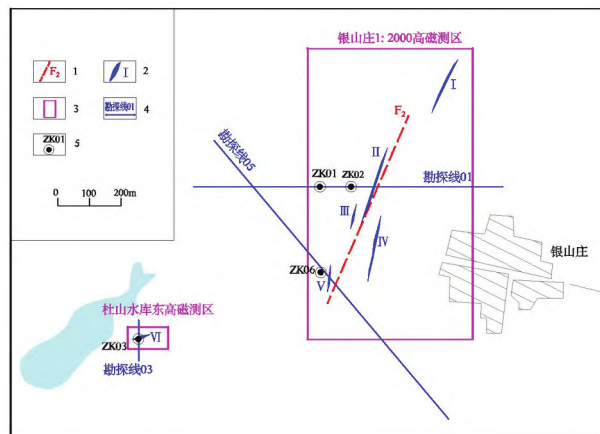
地质调查发现银山庄西侧有煌斑岩岩脉露头,结合区域地球物理资料选择两个地区作为重点研究区,开展大比例尺物探测量,并对异常区进行工程验证,取得了较好的找矿效果。

3.1 银山庄地区

(1) 工作方法和工作布置

由岩石物性可知,与成矿有关的煌斑岩具有高磁特征,因此在该区首先开展 1:2 000 地面高精度磁测 0.48 km²,以圈定高磁异常,网度 20 m × 10 m,测线方位角 90°。

在高磁异常地段结合地质特征,大致垂直于异常或地质体走向布置勘探线 01、05 物探综合剖面,进一步研究岩脉位置及深部展布情况(图 4)。



1—推断断裂及编号;2—钾镁煌斑岩位置及编号;3—1:2 000 高磁测区;4—物探综合剖面及编号;5—钻孔位置及编号。

图 4 银山庄地区工作布置示意图

高精度磁测剖面:进一步研究高磁异常特征,剖面点距 10 m,异常地段加密至 5 m。

电阻率联合剖面:煌斑岩岩脉多呈低阻特征,且产状较陡,联合剖面法正交点可以判断低阻体位置,且不同 AO 极距正交点反映的低阻体深度不同,大极距反映深部情况,可以根据不同极距正交点位移情况判断低阻体倾向,本次采用 AO=110 m、170 m 两个极距,MN=点距=20 m(图 5)。

直流电测深:布置在前述方法圈定的异常地段,了解异常体的中浅部展布特征,采用等比对称四极

装置, $MN/AB=1/10$, 最大 $AB/2=500$ m。

可控源音频大地电磁测深(CSAMT): 配合直流电测深, 进一步了解异常体的中深部展布特征, 采用赤道偶极装置, AB 距 $1.2\sim 1.3$ km, 收发距 $9\sim 10$ km, 工作频率 $7\ 680\sim 1$ Hz, 最大发射电流 13 A。

(2) 异常特征

由图6可以看出, $1:2\ 000$ 高精度磁测在银山庄地区圈出多条NE向、NNE向高磁异常带, 异常多呈串珠状条带展布。其中规模的最大的高磁异常带位于测区中西部, 呈NNE向, 长约 800 m, 宽约 120 m, 异常带内圈定多个高磁封闭异常, ΔT 最大值达 900 nT以上。异常区地表出露弱磁性的闪长玢岩, 风化较为严重。在异常区布设物探综合剖面2条。

勘探线01综合物探剖面长度约 700 m。由图5可以看出磁测 ΔT 曲线总体跳跃变化, 出现多处高磁异常, 在 $1\ 300\sim 1\ 450$ 点、 $1\ 490\sim 1\ 600$ 点呈高磁异常反映, 异常相对规模大强度高, 两侧也出现小规模弱磁异常, 推断异常为高磁性的闪长玢岩、煌斑岩脉引起。

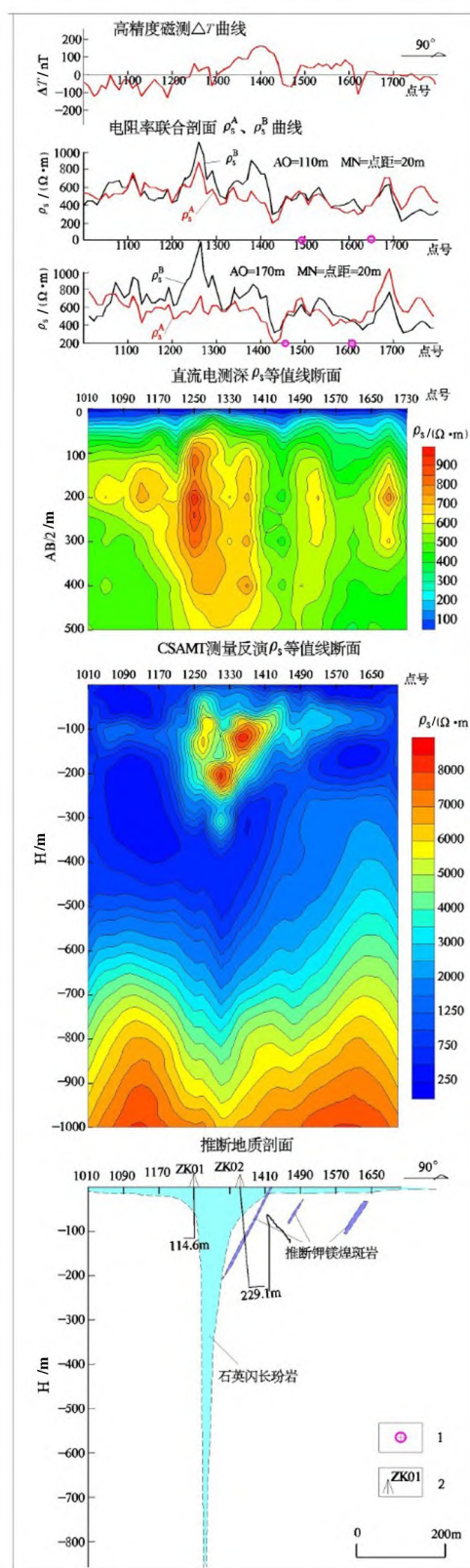
联合剖面图电阻率曲线呈跳跃变化, 在所述高磁异常段有高阻反映; 在 $AO=110$ m 极距 $1\ 490$ 、 $1\ 650$ 点附近出现正交点, 加大 AO 极距至 170 m 仍出现正交点, 并西移至 $1\ 450$ 、 $1\ 610$ 点, 推断低阻体有一定延深且向W倾。

电测深 ρ_s 断面 $AB/2$ 距 50 m 以深 ρ_s 升高, 在 $1\ 400\sim 1\ 470$ 点、 $1\ 560\sim 1\ 650$ 点之间呈低阻特征, 与联合剖面正交点位置基本对应, 且其附近多显示相对高磁异常, 推断为低阻的煌斑岩脉引起。

CSAMT 反演断面 $1\ 210\sim 1\ 450$ 点间 300 m 内呈局部高阻异常, $1\ 210\sim 1\ 370$ 点间 500 m 以下呈“V”形低阻异常反映, $1\ 450\sim 1\ 570$ 点间 600 m 以下呈“V”形低阻异常反映, 结合地质特征推断为破碎带及石英闪长玢岩的反映。

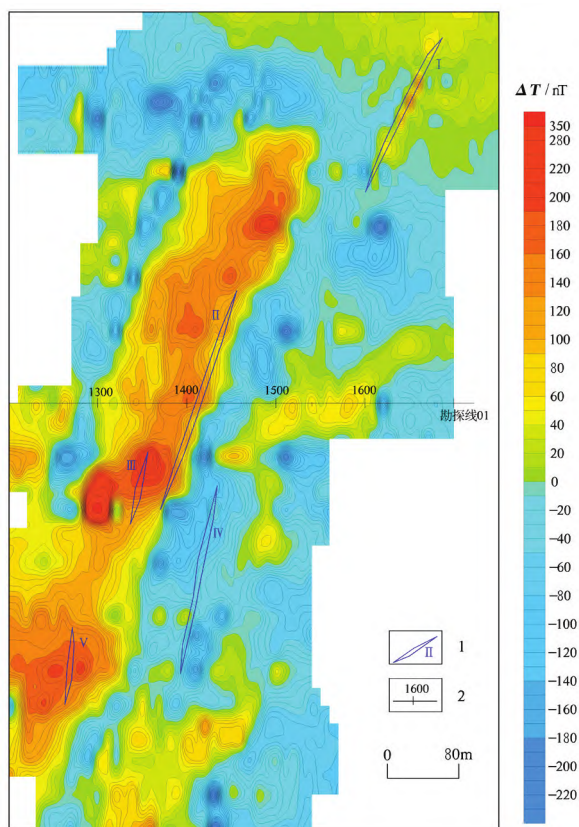
(3) 验证情况

在该区根据磁异常进行地质检查, 发现5条钾镁煌斑岩脉, 除IV号岩脉处高磁异常不明显外, 其余4条均与高磁异常对应较好, 在中西部规模较大的高磁异常带发现3条钾镁煌斑岩脉。其中II号岩脉位于银山庄村西约 135 m 处(图7), 煌斑岩呈脉状, 地表出露长度约 280 m, 宽约 1 m, 走向NNE, 倾向 300° , 倾角 78° , 岩性为黏土化拉辉煌斑岩及蚀变球



1—电法联合剖面正交点; 2—钻孔及编号。

图5 勘探线01物探综合剖面图



1—钾镁煌斑岩示意位置及编号;2—物探综合剖面位置及点号。

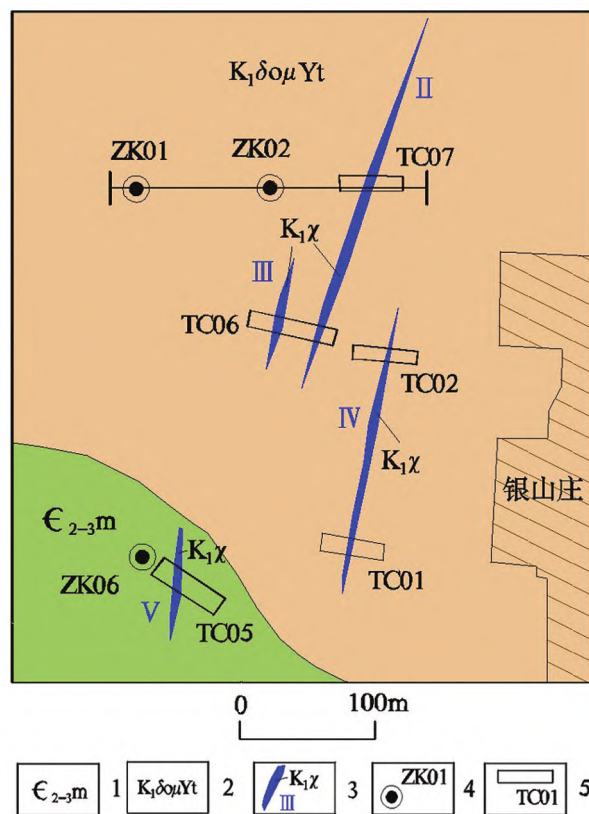
图6 银山庄地区高精度磁测平面图

状煌斑岩。其围岩为铜汉庄单元石英闪长玢岩,岩石风化强烈。

在勘探线01剖面布设槽探TC07及ZK01和ZK02钻孔,对高磁异常带及Ⅱ号钾镁煌斑岩脉验证追索,经过验证,在钻孔ZK01和ZK02中均见到闪长玢岩,厚度约60 m,平均磁化率强度 $1280 \times 10^{-6} 4\pi\text{SI}$ 。ZK02中见到煌斑岩,厚度约1.6 m,平均磁化率强度 $850 \times 10^{-6} 4\pi\text{SI}$ 。故分析大范围的强磁异常主要由闪长玢岩及煌斑岩共同引起,局部高磁特征并表现为低阻的异常主要由煌斑岩脉引起。

3.2 杜山水库东地区

在杜山水库东侧布设高精度磁测剖面,圈定一长20 m、宽10 m的椭圆形高磁异常,北侧伴生负异常,异常最大值为170 nT(图8)。在其北侧出露煌斑岩脉,围岩为长清群馒头组灰岩,煌斑岩脉处在高磁到低磁的过渡带,高磁异常向北凸出部位。为进一步查清煌斑岩纵向产状,布设电阻率测深剖面,在电阻率等值线断面图上呈“V”形低阻反映。异常经槽探及ZK03孔验证,发现走向NE的薄脉状煌斑岩,出露长



1—寒武纪长清群馒头组;2—铜汉庄单元石英闪长玢岩;3—煌斑岩脉位置及编号;4—钻孔位置及编号;5—探槽位置及编号。

图7 银山庄地区地质简图

约4 m,宽约0.5 m,倾角近直立,围岩为石英闪长玢岩。该磁异常由闪长玢岩和煌斑岩共同引起。

4 找矿前景浅析

4.1 重、磁异常分析

已知的山东省蒙阴、西峪、坡里3个金伯利岩矿,地处沂沭断裂带西侧鲁中重力高与重力低过渡带背景场区,磁场处于沂沭断裂带西侧鲁中负磁场区内的升高磁异常背景区,且线性磁异常发育,异常特征严格受NW向和NE向两组断裂控制。

调查区处在沂沭断裂带西侧重力低向鲁东重力高的过渡梯级带的西侧,重力异常发育;磁场位于鲁中变化平稳的正负磁场区与沂沭断裂带西侧升高杂乱磁场区的接合部位,且区内NW向、NE向磁异常发育,对比3个已知金伯利岩矿区域特征,东汶河地区与其重、磁场特征相同,处在同一成矿单元内,且区内岩体及断裂构造发育,利于金伯利岩的产出及成矿^[17-20]。

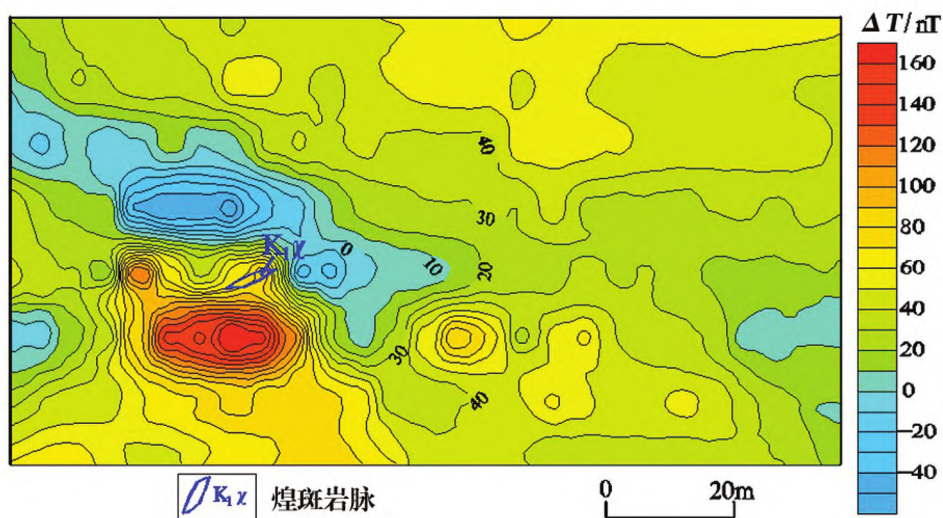


图8 杜山水库东高精度磁测平面图

4.2 异常验证效果分析

已知的蒙阴常马庄胜利1号金伯利岩管磁场特征表现为形态规则的高磁异常,高磁异常等值线基本反映了岩管地表投影范围。调查区内银山庄地区NE、NNE向高磁异常发育,经验证异常与钾镁煌斑岩脉关系密切,在高磁异常带发现多条钾镁煌斑岩脉。本次在岩脉中选获镁铝榴石10颗,铬铁矿19颗,属金伯利岩属性的指示矿物。金刚石和金伯利岩属性的指示矿物大量发现,且区内地球物理测量圈出多条有规模的高磁异常带,显示该区钾镁煌斑岩脉发育,靶区具有较好的找矿前景。

5 结论

(1)针对岩石物性差异,在浅覆盖区利用综合物探方法在东汶河地区寻找与金刚石有关的煌斑岩、金伯利岩效果较好。

(2)在东汶河地区的银山庄、杜山水库东地区通过大比例尺高精度磁测圈定磁异常,异常区开展综合地球物理剖面探测发现多条钾镁煌斑岩脉。其中银山庄异常指示该处煌斑岩规模相对较大,成矿潜力较好。

(3)在地球物理探测基础上,通过槽探及钻探验证了解了东汶河地区煌斑岩岩脉深部展布情况,大致查明了Ⅱ号钾镁煌斑岩的产状、厚度、走向等地质特征,对指导该区找矿工作提供了示范。

参考文献:

- [1] ROCK N M S, GROVES D I, 严平兴.煌斑岩是金和金刚石的载体吗? [J].地质地球化学,1989(3):12-14.
- [2] 李宗成,刘敬杰,于本秀,等.邹城市古路口地区金刚石原生矿找矿前景探讨[J].山东国土资源,2020,36(11):13-21.
- [3] 吕青.金刚石原生矿找矿方法综述[J].山东国土资源,2019,35(8):8-14.
- [4] 王玉峰.山东省费县朱田地区金刚石原生矿找矿方向探讨[J].山东国土资源,2019,35(11):15-20.
- [5] 王亮,陶平.贵州东南部含金刚石钾镁煌斑岩找矿远景预测[J].地质与勘探,2012,48(4):775-783.
- [6] 王玉峰,周军,王建平,等.山东省平邑县大井头钾镁煌斑岩地质特征及金刚石含矿性[J].地质通报,2019,38(1):93-102.
- [7] 仲卫国,周登诗,刘继太,等.山东费县大井头地区金伯利岩原生矿找矿前景探讨[J].山东地质,2003,19(1):43-49.
- [8] 褚志远.山东蒙阴金伯利岩特征及其含矿性研究[D].北京:中国地质大学(北京),2019:1-20.
- [9] 刘继太.山东金伯利岩原生矿找矿前景探讨[J].山东地质,2002,18(增刊1):100-104.
- [10] 平艳丽,刘杰,赵艳,等.鲁西银山庄地区煌斑岩岩石地球化学特征及其构造环境探讨[J].山东国土资源,2023,39(2):1-8.
- [11] 宋明春.山东省大地构造格局和地质构造演化[D].北京:中国地质科学院,2008:1-20.
- [12] 宋明春.我国金刚石矿勘查研究进展和找矿思考[J].地质学报,2020,94(9):2553-2556.
- [13] 李洪奎,杨永波,耿科,等.山东重大基础地质问题研究进展[J].岩石学报,2013,29(2):594-606.
- [14] 程光锁,刘卫东,褚志远,等.山东蒙阴县西峪金伯利岩带深部综合地球物理特征及其意义[J].地质学报,2020,94(9):2772-2872.
- [15] 褚志远,王树星,付帅.可控源音频大地电磁测深法在西峪矿区金刚石原生矿找矿中的应用[J].山东国土资源,2018,34

- (6):59-64.
- [16] 肖丙建,王伟德,冯爱平,等.山东省金刚石深部找矿成果及技术进展[J].山东国土资源,2021,37(11):1-8.
- [17] 褚志远,刘卫东,胡戈,等.鲁苏皖一带基性—超基性岩中金刚石特征及其成因分析[J].山东国土资源,2019,35(11):8-14.
- [18] 王玉峰.山东省费县朱田地区金刚石原生矿找矿方向探讨[J].山东国土资源,2019,35(11):15-20.
- [19] 刘礼广,吴大天,熊志强.辽宁省金刚石原生矿成矿规律与成矿模式研究[J].山东国土资源,2021,37(10):29-36.
- [20] 李胜虎,熊玉新,王海芹,等.鲁西微山稀土矿床成矿机制研究现状及展望[J].山东国土资源,2023,39(11):32-41.

Brief Analysis on Geophysical Characteristics and

Prospecting Prospect of Diamond in Dongwenhe Area in Yinan County

PING Yanli¹, LIU Jie², HU Xiaowei³, ZHANG Yong¹, LIU Chengshuai¹, DU Xianfu¹, WANG Jingjing⁴
(1.No.7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China;2.Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China;3.Shandong Institute of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China;4.Shandong Institute of Geological Surveying, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: In the past, the occurrence of lamprophyre has been found in Dongwenhe area in Yinan county, and diamond particles and diamond indicator minerals have been obtained. However, the distribution and occurrence characteristics of lamprophyre are difficult to be ascertained by surface geological survey because of the extensive coverage of Quaternary system in this area. In this paper, based on the differences of physical properties between rocks and ores, target areas based on the characteristics of gravity and magnetic fields have been optimized. Through comprehensive geophysical exploration, geophysical anomalies have been circled. Selecting some anomalies for verification, distribution and deep characteristics of lamprophyre in this area have been basically learned. According to regional geological and geophysical characteristics combined with the verification results, the diamond prospecting prospect in Dongwenhe area in Yinan county has been analyzed. It will play an important role in guiding the diamond prospecting in this area.

Key words: Geophysical characteristics; lamproite; diamond; Dongwenhe river in Yinan county